

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-113769

(P2003-113769A)

(43)公開日 平成15年4月18日(2003.4.18)

(51)Int.Cl.  
F 03 D 7/04  
9/00  
G 01 L 5/00

識別記号

F I  
F 03 D 7/04  
9/00  
G 01 L 5/00

テーマコード(参考)  
H 2 F 0 5 1  
B 3 H 0 7 8  
Z

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001-307786(P2001-307786)

(22)出願日 平成13年10月3日(2001.10.3)

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 有永 真司

長崎県長崎市深堀町五丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 伊高 英彦

長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内

(74)代理人 100112737

弁理士 藤田 寛晴 (外3名)

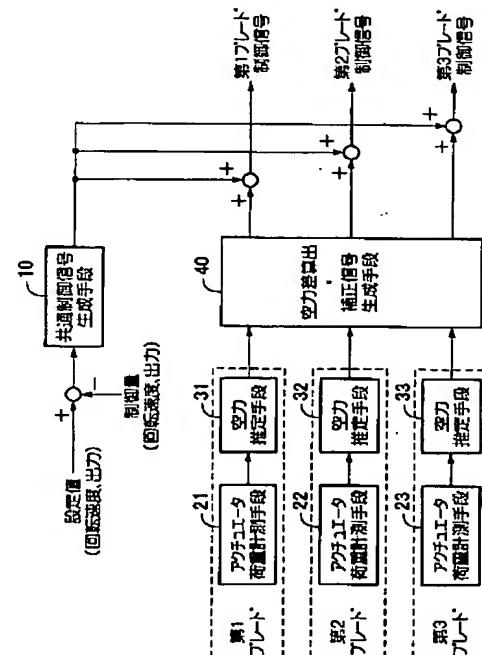
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ブレードピッチ角度制御装置および風力発電装置

(57)【要約】

【課題】複数枚のブレードを個別にピッチ角度制御してブレード間の空力差をなくし、各ブレードの推力やモーメントの差をなくすことができるブレードピッチ角度制御装置を提供する。

【解決手段】複数枚のブレードを有する風車において、回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から複数枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段と、複数枚のブレードに個別に設けたアクチュエータにかかる荷重をそれぞれ計測するブレード毎のアクチュエータ荷重計測手段と、この計測結果からそれぞれのブレードの空力を推定するブレード毎の空力推定手段と、この推定結果から前記複数のブレード間の空力差を算出して各ブレード毎の補正信号を生成する空力差算出・補正信号生成手段とを具備し、前記補正信号と前記共通制御信号との和の信号によって前記各ブレードのピッチ角度を制御することを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数枚のブレードを有する風車において、回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から複数枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段と、前記複数枚のブレードに個別に設けたアクチュエータにかかる荷重をそれぞれ計測するブレード毎のアクチュエータ荷重計測手段と、該アクチュエータ荷重計測手段の計測結果からそれぞれのブレードの空力を推定するブレード毎の空力推定手段と、該ブレード毎の空力推定手段の推定結果から前記複数のブレード間の空力差を算出して各ブレード毎の補正信号を生成する空力差算出・補正信号生成手段とを具備し、前記空力差算出・補正信号生成手段によって生成されたブレード毎の補正信号と前記共通制御信号生成手段によって生成された共通制御信号との和の信号によって前記各ブレードのピッチ角度を制御することを特徴とするブレードピッチ角度制御装置。

【請求項2】 複数枚のブレードを有する風車において、回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から複数枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段と、前記複数枚のブレードに個別に設けた応力計測手段と、該応力計測手段の計測結果からそれぞれのブレードのフラット方向応力を分離するブレード毎のフラット応力分離手段と、該ブレード毎のフラット応力分離手段の出力結果から前記複数のブレード間の応力差を算出して各ブレード毎の補正信号を生成する応力差算出・補正信号生成手段とを具備し、前記応力差算出・補正信号生成手段によって生成されたブレード毎の補正信号と前記共通制御信号生成手段によって生成された共通制御信号との和の信号によって前記各ブレードのピッチ角度を制御することを特徴とするブレードピッチ角度制御装置。

【請求項3】 前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した歪ゲージによって行うことを特徴とする請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置。

【請求項4】 前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した磁歪センサによって行うことを見徴とする請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置。

【請求項5】 前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した光ファイバ歪計によって行うことを見徴とする請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置。

【請求項6】 前記アクチュエータは、油圧シリンダに

2

よるブレードピッチ角度制御機構であることを特徴とする請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置。

【請求項7】 前記アクチュエータは、電動モータによるブレードピッチ角度制御機構であることを特徴とする請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置を備えることを特徴とする風力発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、風力発電装置に関し、特に風車のブレードピッチ角度を制御するブレードピッチ角度制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】風力発電装置に使用されるプロペラ型風車は、図3に外観図を示すように複数枚（通常は3枚なので、以下3枚のブレードとして説明する）のブレードからなり、風況に応じて所定の回転速度と出力を得るようブレードピッチ角度を制御している。ブレードピッチ角度制御のための駆動部は、油圧シリンダまたは電動モータによって駆動されるが、リンク機構により3枚のブレードが連結されており、3枚のブレードは図4に示すように回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から共通制御信号を生成し、各ブレードが常に同一のピッチ角度になるように制御される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが風車への流入風速は、地表の影響および風車を支持するタワーの影響によりブレード旋回領域で一様の風速分布ではないため、各ブレードの空力出力の瞬時値が異なる。この空力出力の瞬時値のアンバランスにより風車は3枚ブレードの場合、回転速度の3倍の周波数の出力変動を生じてしまうという課題があった。

【0004】さらに、各ブレードに生じる推力やモーメントが異なるため、回転速度の3倍の周波数で図3のブレード旋回範囲のうち水平方向のy軸および垂直方向のz軸周りのモーメントが生じ、3枚のブレードを同一ピッチ角度で制御する方法ではこれらの出力変動や荷重変動を抑制することができないので、機械部品の強度を上げる必要を生じ、装置の重量アップやコストアップに繋がってしまうという課題があった。

【0005】本発明はこのような背景の下になされたもので、複数枚のブレードを個別にピッチ角度制御してブレード間の空力差をなくし、各ブレードの推力やモーメントの差をなくすことができるブレードピッチ角度制御装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明

は、複数枚のブレードを有する風車において、回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から複数枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段と、前記複数枚のブレードに個別に設けたアクチュエータにかかる荷重をそれぞれ計測するブレード毎のアクチュエータ荷重計測手段と、該アクチュエータ荷重計測手段の計測結果からそれぞれのブレードの空力を推定するブレード毎の空力推定手段と、該ブレード毎の空力推定手段の推定結果から前記複数のブレード間の空力差を算出して各ブレード毎の補正信号を生成する空力差算出・補正信号生成手段とを具備し、前記空力差算出・補正信号生成手段によって生成されたブレード毎の補正信号と前記共通制御信号生成手段によって生成された共通制御信号との和の信号によって前記各ブレードのピッチ角度を制御することを特徴とするブレードピッチ角度制御装置を提供する。

【0007】この発明によれば、各ブレード毎に設けたアクチュエータにかかる荷重からそれぞれのブレードの空力を推定し、ブレード間の空力差を算出してブレード毎の補正信号を生成し、この補正信号と複数枚のブレードを共通に制御する信号との和の信号によって各ブレードのピッチ角度を制御することによって、各ブレード間の空力出力のアンバランスを低減することができ、ブレード枚数倍の周波数変動を低減することができる。

【0008】請求項2に記載の発明は、複数枚のブレードを有する風車において、回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から複数枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段と、前記複数枚のブレードに個別に設けた応力計測手段と、該応力計測手段の計測結果からそれぞれのブレードのフラット方向応力を分離するブレード毎のフラット応力分離手段と、該ブレード毎のフラット応力分離手段の出力結果から前記複数のブレード間の応力差を算出して各ブレード毎の補正信号を生成する応力差算出・補正信号生成手段とを具備し、前記応力差算出・補正信号生成手段によって生成されたブレード毎の補正信号と前記共通制御信号生成手段によって生成された共通制御信号との和の信号によって前記各ブレードのピッチ角度を制御することを特徴とするブレードピッチ角度制御装置を提供する。

【0009】この発明によれば、各ブレード毎に個別に設けた応力計測手段によって応力計測を行ってフラット方向の応力値を分離し、ブレード間の応力差を算出してブレード毎の補正信号を生成し、この補正信号と複数枚のブレードを共通に制御する信号との和の信号によって各ブレードのピッチ角度を制御することによって、各ブレード間の空力出力のアンバランスを低減することができ、回転速度のブレード枚数倍の周波数変動を低減することができる。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項2記載の

ブレードピッチ角度制御装置において、前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した歪ゲージによって行うことを特徴とする。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置において、前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した磁歪センサによって行うことを特徴とする。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置において、前記応力計測手段による応力の計測は、ブレードの根元に貼付した光ファイバ歪計によって行うことを特徴とする。

【0013】請求項3ないし5の発明によれば、請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置において、応力の計測手段としてブレードの根元に貼付した歪ゲージ、磁歪センサまたは光ファイバ歪計を使用することによってブレードピッチ角度の制御に必要な応力測定を行うことができる。

【0014】請求項6に記載の発明は、請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置において、前記アクチュエータは、油圧シリンダによるブレードピッチ角度制御機構であることを特徴とする。

【0015】請求項7に記載の発明は、請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置において、前記アクチュエータは、電動モータによるブレードピッチ角度制御機構であることを特徴とする。

【0016】請求項6または7の発明によれば、請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置において、個々のブレードに装着され、ブレードピッチ角度を制御するアクチュエータとして油圧シリンダまたは電動モータを使用することによってそれぞれのブレードピッチ角度を個別に制御して空力差を低減することができる。また、請求項1記載のブレードピッチ角度制御装置において、個々のブレードに装着され、ブレードピッチ角度を制御するアクチュエータとして油圧シリンダまたは電動モータを使用することによってアクチュエータにかかる荷重を計測することができ、以後のピッチ角度制御を精度よく行うことができ、ブレード間の空力差を低減することができる。

【0017】請求項8に記載の発明は、請求項1から7のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置を備えることを特徴とする風力発電装置を提供する。

【0018】請求項8の発明によれば、ブレードピッチ角度制御装置により、複数枚のブレードを個別にピッチ角度制御してブレード間の空力差をなくし、各ブレードの推力やモーメントの差をなくすことができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態について図を参照しながら説明する。図1はこの発明の一実施の形態による風車のブレードピッチ角度制御装置の構成を示すブロック図である。この図において、符号1

0は回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から第1から第3の3枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段であり、従来はこの信号によって3枚のブレードのピッチ角度を共通に制御していたものである。

【0020】第1ブレード、第2ブレードおよび第3ブレードにそれぞれ装着されているブレードピッチ角度制御のためのアクチュエータ(不図示)にかかる荷重を計測するアクチュエータ荷重計測手段21、22および23を設け、それぞれのアクチュエータにかかる荷重を計測する。計測した荷重から空力を推定する空力推定手段31、32および33により推定した空力出力を空力差算出・補正信号生成手段40に入力する。空力差算出・補正信号生成手段40では、3枚のブレードの空力差を算出し、第1ブレード、第2ブレードおよび第3ブレードの補正信号を生成して出力する。

【0021】第1ブレードの補正信号と前記共通制御信号生成手段10で生成した共通制御信号とを加算し、この出力を第1ブレード制御信号としてブレードピッチ角度を制御する。第2ブレードおよび第3ブレードについてもそれぞれのブレードの補正信号と前記共通制御信号生成手段10で生成した共通制御信号とを加算し、この出力を第1ブレード制御信号および第2ブレード制御信号としてそれぞれのブレードのピッチ角度を制御する。

【0022】次に、この発明の他の実施の形態について図を参照しながら説明する。図2はこの発明の他の実施の形態による風車のブレードピッチ角度制御装置の構成を示すブロック図である。この図において、符号10は回転速度および出力の設定値と現在の制御量との差から第1から第3の3枚のブレードのピッチ角度を共通に制御する信号を生成する共通制御信号生成手段であり、従来はこの信号によって3枚のブレードのピッチ角度を共通に制御していたものである。

【0023】第1ブレード、第2ブレードおよび第3ブレードにそれぞれかかる応力を計測する応力計測手段51、52および53を設け、それぞれのブレードにかかる応力を計測する。計測した応力からフラット方向の応力を分離するフラット応力分離手段61、62および63により分離した応力を応力差算出・補正信号生成手段70に入力する。応力差算出・補正信号生成手段70では、3枚のブレードの応力差を算出し、第1ブレード、第2ブレードおよび第3ブレードの補正信号を生成して出力する。

【0024】第1ブレードの補正信号と前記共通制御信号生成手段10で生成した共通制御信号とを加算し、この出力を第1ブレード制御信号としてブレードピッチ角度を制御する。第2ブレードおよび第3ブレードについてもそれぞれのブレードの補正信号と前記共通制御信号生成手段10で生成した共通制御信号とを加算し、この出力を第1ブレード制御信号および第2ブレード制御信

号としてそれぞれのブレードのピッチ角度を制御する。

【0025】図3を参照して既述したように、風車への流入風速は、地表の影響および風車を支持するタワーの影響によりブレード旋回領域で一様の風速分布ではないため、各ブレードの空力出力の瞬時値が異なる。この空力出力の瞬時値のアンバランスにより風車は3枚ブレードの場合、回転速度の3倍の周波数の出力変動を生じてしまい、また、各ブレードに生じる推力やモーメントが異なるため、回転速度の3倍の周波数で図3のブレード旋回範囲のうち水平方向のy軸および垂直方向のz軸周りのモーメントが生じ、3枚のブレードを同一ピッチ角度で制御する方法ではこれらの出力変動や荷重変動を抑制することができないが、上述の2つの実施の形態による補正を行えば、各ブレードにかかる空力を常に同一値に制御することができ、空力出力のアンバランスを低減することができる。

【0026】以上、本発明の実施の形態の動作を図面を参照して詳述してきたが、本発明はこの実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。たとえば、風車のブレードの枚数は3枚に限られるものではなく、2枚または4枚以上であってもよい。

【0027】

【発明の効果】これまでに説明したように、本発明によれば以下に示す効果が得られる。請求項1の発明によれば、各ブレード毎に設けたアクチュエータにかかる荷重からそれぞれのブレードの空力を推定し、ブレード間の空力差を算出してブレード毎の補正信号を生成し、この補正信号と複数枚のブレードを共通に制御する信号との和の信号によって各ブレードのピッチ角度を制御することによって、各ブレード間の空力出力のアンバランスを低減することができ、ブレード枚数倍の周波数変動を低減することができる。

【0028】請求項2の発明によれば、各ブレード毎に個別に設けた応力計測手段によって応力計測を行ってフラット方向の応力値を分離し、ブレード間の応力差を算出してブレード毎の補正信号を生成し、この補正信号と複数枚のブレードを共通に制御する信号との和の信号によって各ブレードのピッチ角度を制御することによって、各ブレード間の空力出力のアンバランスを低減することができ、回転速度のブレード枚数倍の周波数変動を低減することができる。

【0029】請求項3ないし5の発明によれば、請求項2記載のブレードピッチ角度制御装置において、応力の計測手段としてブレードの根元に貼付した歪ゲージ、磁歪センサまたは光ファイバ歪計を使用することによってブレードピッチ角度の制御に必要な応力測定を行うことができる。

【0030】請求項6または7の発明によれば、請求項1から5のいずれか記載のブレードピッチ角度制御装置

において、個々のブレードに装着され、ブレードピッチ角度を制御するアクチュエータとして油圧シリンダまたは電動モータを使用することによってそれぞれのブレードピッチ角度を個別に制御して空力差を低減することができる。また、請求項1記載のブレードピッチ角度制御装置において、個々のブレードに装着され、ブレードピッチ角度を制御するアクチュエータとして油圧シリンダまたは電動モータを使用することによってアクチュエータにかかる荷重を計測することができ、以後のピッチ角度制御を精度よく行うことができ、ブレード間の空力差を低減することができる。

【0031】請求項8の発明によれば、ブレードピッチ角度制御装置により、複数枚のブレードを個別にピッチ角度制御してブレード間の空力差をなくし、各ブレードの推力やモーメントの差をなくすことができ、これによって安定した出力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態によるブレードピッチ\*

\* 角度制御装置の構成を示すブロック図。

【図2】 本発明の他の実施の形態によるブレードピッチ角度制御装置の構成を示すブロック図。

【図3】 風車の外観図。

【図4】 従来の技術によるブレードピッチ角度制御装置の構成を示すブロック図。

【符号の説明】

1…第1ブレード

2…第2ブレード

10…共通制御信号生成手段

21、22、23…アクチュエータ荷重計測手段  
31、32、33…空力推定手段

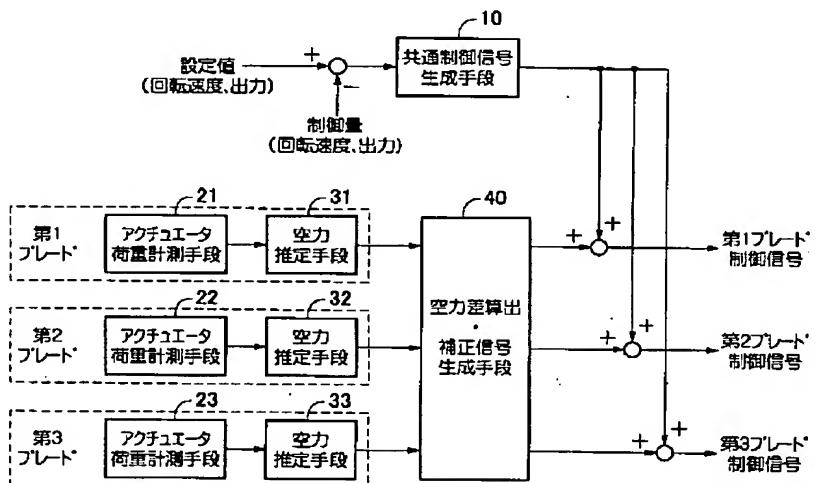
40…空力差算出・補正信号生成手段

51、52、53…応力計測手段

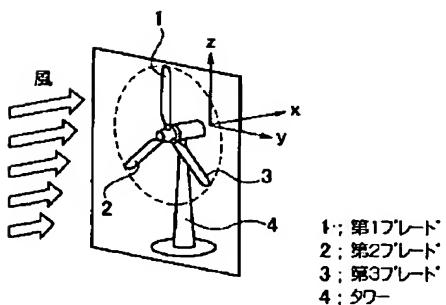
61、62、63…フラット方向応力分離手段

70…応力差算出・補正信号生成手段

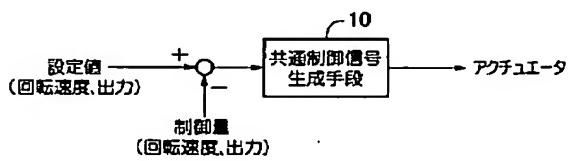
【図1】



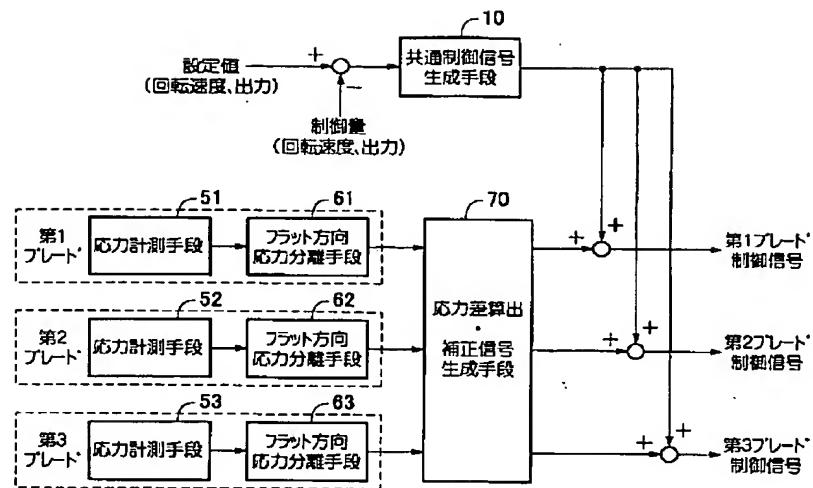
【図3】



【図4】



【図2】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F051 AA00 AB03 AB05 AB09 AC01  
 BA01  
 3H078 AA02 AA26 BB04 BB15 CC02  
 CC54 CC57 CC65 CC66